

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
17 mai 2001 (17.05.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 01/34066 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: A61F 2/16

(21) Numéro de la demande internationale:  
PCT/FR00/03156

(22) Date de dépôt international:  
10 novembre 2000 (10.11.2000)

(25) Langue de dépôt: français

(26) Langue de publication: français

(30) Données relatives à la priorité:  
99/14156 10 novembre 1999 (10.11.1999) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US):  
IOLTECHNOLOGIE-PRODUCTION [FR/FR]; Rue de  
la Désirée, La Ville en Bois, F-17000 La Rochelle (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): LORENZO,  
Georges [FR/AR]; Calle Catamarica 4198, AR-3000 Santa  
Fe (AR). PLATON, Olivier [FR/FR]; 6 Impasse des Col-  
ibris, Les Côtes Rôties, F-13190 Albauch (FR).

(74) Mandataire: CABINET BONNET-THIRION; 12, av-  
enue de la Grande Armée, Boîte postale 966, F-75829 Paris  
Cedex 17 (FR).

(81) États désignés (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE,  
DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,  
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,  
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO,  
NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) États désignés (régional): brevet ARIPO (GH, GM, KE,  
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasi-  
en (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen  
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,  
MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

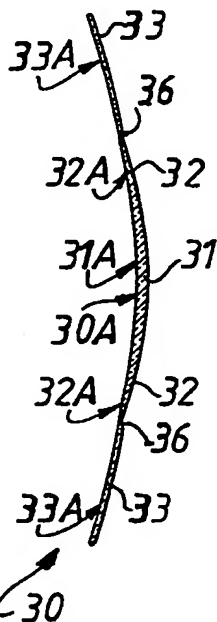
Publiée:

— Avec rapport de recherche internationale.

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-  
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et  
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de  
la Gazette du PCT.

(54) Title: PRE-CRYSTALLINE INTRAOCULAR IMPLANT

(54) Titre: IMPLANT INTRAOCULAIRE PRECRISTALLININ



(57) Abstract: The invention concerns a pre-crystalline intraocular implant adapted to be implanted between the front face of the crystalline lens and the iris. It comprises an optical part (31) and a haptic part. Said haptic part comprises a haptic ring (32) surrounding the optical part (31), a peripheral band (34) and branches (33) linking the haptic ring (32) and the peripheral band (34). The rear face of the implant comprises a central portion with spherical surface having a first radius, a second annular spherical portion having a radius greater than the first radius and a third concentric portion with spherical surface having a radius greater than the second radius. The invention is useful for correcting ametropia of a phakic eye.

(57) Abrégé: Un implant intraoculaire pré cristallinien est adapté à être implanté entre la face antérieure du cristallin et l'iris. Il comprend une partie optique (31) et une partie haptique. Cette partie haptique comporte un anneau haptique (32) entourant la partie optique (31), une couronne périphérique (34) et des bras (33) reliant l'anneau haptique (32) et la couronne périphérique (34). La face postérieure de l'implant comporte une portion de surface sphérique centrale d'un premier rayon, une deuxième portion sphérique annulaire de rayon plus grand que le premier rayon et une troisième portion de surface sphérique concentrique d'un rayon plus grand que le rayon. Utilisation notamment pour corriger l'amétropie d'un oeil phaque.

BEST AVAILABLE COPY

### Implant intraoculaire précristallinien

La présente invention concerne un implant intraoculaire précristallinien.

Elle vise de manière générale les implants intraoculaires de chambre postérieure d'un œil phaque, notamment pour la correction des amétropies d'un sujet jeune à cristallin clair.

Un tel implant intraoculaire est adapté à être implanté entre la face antérieure du cristallin et l'iris.

L'exiguïté et l'environnement de l'espace entre l'iris et le cristallin posent des problèmes pour la réussite de ce type d'implant. En effet, un contact trop fort avec la face postérieure de l'iris peut induire sa dépigmentation et le frottement avec la cristalloïde peut générer une cataracte du cristallin.

De même, un tel implant est soumis aux mouvements antéro-postérieurs du centre du cristallin lors de l'accommodation pour la vision de près, ce qui pose des problèmes de stabilité et de centrage d'un tel implant.

La surface postérieure de l'optique des implants précristalliniens est sphérique, présente un rayon déterminé, typiquement 10,5 mm. Un tel choix est avantageux du point de vue de la fabrication mais à l'état de repos, la face antérieure du cristallin n'a pas une seule surface sphérique mais en réalité une surface asphérique, avec une infinité de surfaces sphériques successives.

On comprendra qu'un implant dont la surface sphérique postérieure a un seul rayon ne va pas pouvoir épouser la surface antérieure du cristallin.

De même, les implants précristalliniens dont la surface postérieure de l'optique a un unique rayon de courbure, sont plus ou moins bien positionnés par rapport à la surface antérieure du cristallin. Il en résulte une certaine instabilité du positionnement de l'implant par rapport au cristallin.

En outre, la plupart des implants précristalliniens sont censés s'écarter de la face antérieure du cristallin et donc éviter tout contact avec elle.

Le but de la présente invention est de proposer un implant intraoculaire précristallinien qui permet à l'implant d'épouser étroitement la face antérieure du cristallin et qui est d'un encombrement minimal.

A cet effet, la présente invention vise un implant intraoculaire  
5 précristallinien adapté à être implanté entre la face antérieure du cristallin et l'iris, comprenant une partie optique et une partie haptique, la partie optique étant formée sur un corps central de l'implant sans gêner l'accommodation.

Conformément à un premier aspect de l'invention, la face postérieure  
10 du corps comporte une portion de surface sphérique centrale d'un premier rayon et une deuxième portion de surface sphérique annulaire d'un deuxième rayon, plus grand que le premier rayon et une troisième portion de surface sphérique concentrique entourant la deuxième portion, d'un troisième rayon plus grand que le deuxième rayon

Selon un mode de réalisation préféré de cet aspect de l'invention, le  
15 diamètre externe de la couronne périphérique est inférieur ou égal au diamètre de la face antérieure du cristallin et n'est donc pas en appui dans le sulcus. Dans ce cas, le centrage et la stabilité du positionnement sont assurés par la complémentarité des surfaces sphériques de la face postérieure du corps et les zones correspondantes de la face antérieure du  
20 cristallin. Dans ce mode de réalisation, la partie haptique de la troisième portion de surface sphérique concentrique est adaptée à la partie correspondante du cristallin à l'état de repos. De grandes ouvertures dans la partie haptique servent à maintenir le métabolisme du cristallin.

Ce mode de réalisation préféré présente un avantage important lors  
25 de l'implantation. Cet implant doit être relâché dans la chambre postérieure en face du cristallin sans avoir à se préoccuper de l'emplacement de la partie périphérique dans le sulcus ciliaire, qui est hors du champ de vision du chirurgien. En outre, un tel implant peut être introduit par une incision cornéenne ou scléro-cornéenne de 2 mm auto-étanche, étant donné la faible  
30 épaisseur de l'implant et le diamètre réduit d'environ 10 mm. Enfin, dans ce dernier mode de réalisation, la surface postérieure de l'implant épouse la face antérieure du cristallin à l'état de repos sur trois zones différentes de rayon allant du plus petit au centre au plus grand à la périphérie.

Selon un autre aspect de l'invention, la couronne périphérique de la partie haptique est adaptée en venir en appui dans le sulcus ciliaire. La présence de cette couronne périphérique interdit tout décentrage de l'implant intraoculaire précristallinien dans la chambre postérieure. Pour un tel implant, 5 il suffit que la face postérieure du corps comporte une portion de surface centrale sphérique d'un premier rayon et une portion de surface annulaire sphérique d'un second rayon, plus grand que le premier rayon.

De préférence, la partie haptique comporte au moins quatre bras radiaux de largeur constante, angulés de  $10^\circ$  vers l'arrière.

10 Grâce à la configuration de la surface postérieure du corps central, celui-ci est parfaitement adapté à la convexité de la surface de la face antérieure du cristallin, de manière à augmenter la surface de contact réelle entre la face postérieure du corps central et le cristallin et réduire au maximum l'encombrement.

15 Avec des implants selon l'un ou l'autre des aspects de l'invention, le ou les rayons de courbure de la face antérieure du corps central sont calculés en fonction de l'amétropie à corriger.

Selon une forme de réalisation de l'invention, c'est l'ensemble du corps qui constitue la partie optique, par exemple monofocale, et la face 20 antérieure du corps comporte une surface centrale sphérique d'un premier rayon et une surface annulaire sphérique d'un second rayon. Une telle forme de réalisation est particulièrement adaptée à une optique ménisquée convergente pour la correction de l'hypermétropie.

Selon encore une autre forme de réalisation, c'est seulement la partie 25 centrale du corps qui définit la partie optique, le corps ayant un anneau non réfractif entourant cette partie centrale. Avec un tel corps, la surface antérieure peut avantageusement être sphérique avec un seul rayon de courbure pour le cas d'une optique divergente pour la correction de la myopie (à savoir optique ménisquée divergente ou concave).

30 Malgré le contact étroit obtenu entre la face postérieure du corps central de l'implant et la face antérieure du cristallin au repos, la circulation de l'humeur aqueuse entre ces deux surfaces reste assurée, notamment du fait des mouvements antéro-postérieurs du centre du cristallin lors de

l'accommodation. Pour l'accommodation, il y a des modifications du rayon de courbure de la zone centrale de la face antérieure du cristallin et avec aspiration de l'humeur aqueuse dans l'espace ainsi formé entre le corps et le cristallin .

- 5            Afin de permettre l'insertion de l'implant par une incision de taille réduite, le matériau constitutif de l'implant est souple, avec un taux d'hydrophilie important et un indice de réfraction élevé. Un tel implant peut avoir une épaisseur minimale proche de 30  $\mu\text{m}$  au centre pour des implants de dioptries négatives destinés aux myopes et de 30  $\mu\text{m}$  au bord de l'optique  
10           pour des implants de dioptries positives destinés aux hypermétropes. Pour que le contact avec l'iris et la cristalloïde soit sans incidence physiologique l'un sur l'autre, la surface de l'implant sera la plus lisse possible, avec un polissage atteignant 2 à 3 nm.

- Selon une caractéristique préférée de l'invention, la partie haptique  
15           comporte une couronne périphérique et des bras reliant le bord périphérique du corps central à la couronne périphérique.

- Selon une autre caractéristique préférée de l'invention, la partie haptique comporte des ouvertures de grandes dimensions, délimitées par une paire de bras, le bord du corps et la couronne périphérique. Ces  
20           ouvertures de la partie haptique de l'implant intraoculaire, situées à la périphérie du cristallin, facilitent un bon contact de l'humeur aqueuse avec la face antérieure du cristallin dans la région équatoriale, malgré la présence de l'implant intraoculaire précristallinien sur cette face antérieure du cristallin.

- En effet, les zones métaboliquement actives du cristallin sont situées à  
25           la face antérieure du cristallin, et plus particulièrement à l'équateur de celui-ci, où il existe une multiplication cellulaire et où se produit la synthèse des fibres cristalliniennes.

- D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

- 30           Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs :  
- la figure 1 est une vue de face d'un implant intraoculaire précristallinien conforme à un mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 2 est une vue en coupe transversale de l'implant intraoculaire précristallinien illustré à la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue en coupe transversale de l'implant intraoculaire précristallinien illustré à la figure 1, en position dans la chambre postérieure de l'oeil ;
- la figure 4 est une vue de face d'un implant intraoculaire précristallinien conforme à un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- la figure 5 est une vue en coupe transversale de l'implant intraoculaire précristallinien illustré à la figure 4 ;
- la figure 6 est une vue en coupe de l'implant intraoculaire précristallinien de la figure 4, en position dans la chambre postérieure de l'oeil ;
- la figure 7 est une vue en coupe transversale de l'implant intraoculaire précristallinien, selon une autre forme de réalisation préférée ;
- la figure 8 est une vue en coupe de l'implant intraoculaire précristallinien, de la figure 7, en position dans la chambre postérieure de l'oeil ;
- la figure 9 est également une vue en coupe transversale de l'implant intraoculaire précristallinien selon une autre forme de réalisation préférée ;
- la figure 10 est une vue en coupe de l'implant intraoculaire précristallinien, selon la figure 9, en position dans la chambre postérieure de l'oeil ;
- la figure 11 est une vue en section partielle à plus grande échelle pour illustrer des rayons de courbure de trois portions sphériques concentriques, sur la face postérieure de l'implant des figures 5, 7 et 9.

On va décrire tout d'abord en référence aux figures 1 à 3, un mode de réalisation d'un implant intraoculaire précristallinien conforme à l'invention.

Cet implant intraoculaire 10 est adapté à venir en position dans la chambre postérieure 4 d'un œil phaque 1.

Plus précisément, cet implant intraoculaire 10 est implanté entre la face antérieure du cristallin 2 et l'iris 3.

Cet implant intraoculaire 10 comprend une partie optique 6 qui permet de corriger une amétropie dans un œil à cristallin clair et une partie haptique 7 destinée à supporter la partie optique dans l'œil.

Dans cet exemple, et à titre non limitatif, la partie optique 6 est adaptée à corriger la myopie.

Cet implant intraoculaire 10 est du type qui comporte un corps central 8 et une structure de support 9 entourant globalement le corps.

La partie haptique 7 comporte un anneau non réfractif 12 sur le corps central 8 entourant la zone optique 11 qui comporte la partie optique 6, une  
5 couronne périphérique 14 et des bras reliant l'anneau non réfractif 12 à la couronne périphérique 14.

Dans cet exemple, la partie haptique 7 comporte quatre bras radiaux, de largeur constante, disposés à 90° en quadrature autour de l'anneau non réfractif 12.

10 Des ouvertures 15 sont ainsi formées entre les bras 13, l'anneau non réfractif 12 et la couronne périphérique 14.

De préférence, la largeur des bras radiaux 13 est relativement faible par rapport aux dimensions des ouvertures 15.

Ces ouvertures 15 s'étendent ainsi sur un secteur angulaire total bien  
15 supérieur à 180°, permettant un excellent contact de l'humeur aqueuse sur la face antérieure du cristallin 2 sur laquelle vient s'adapter l'implant intraoculaire 10 et plus particulièrement dans la région équatoriale de celle-ci.

Par ailleurs, comme mieux illustré à la figure 11, ces bras 13 sont  
20 reliés à l'anneau non réfractif 12 par des portions amincies 16 qui forment ainsi des charnières à la jonction de ces bras 13.

En outre des trous borgnes 17 débouchant sur la face antérieure sont prévus à la jonction des bras radiaux 13 et de la couronne périphérique 14, pour faciliter la manipulation de cet implant en place dans la chambre  
25 postérieure 4 de l'œil.

Comme illustré à la figure 3, cet implant intraoculaire conforme à ce mode de réalisation de l'invention est adapté à se positionner spontanément sur la face antérieure du cristallin 2, lorsque ce dernier est au repos, grâce à la complémentarité entre la surface postérieure de l'implant et le cristallin.  
30 Par ailleurs, la couronne périphérique 14 de la partie haptique est adaptée à venir en appui dans le sulcus ciliaire 5 de l'œil, qui s'oppose à tout décentrement de l'implant sur toute sa circonférence.

La face postérieure 10A de cet implant 10 comporte au moins deux portions de surface sphériques concentriques dont les rayons de courbure sont sensiblement égaux aux rayons de courbure de la face antérieure correspondante du cristallin 2 au repos. Tel qu'illustré, la surface postérieure 10A du corps 8 comporte une portion de surface centrale 10B, une zone annulaire 10C, la portion centrale 10B ayant un rayon de courbure (R1) inférieur au rayon de courbure (R2) de la première portion annulaire 10C. En pratique le rayon de la portion centrale 10B est environ 10,5 mm, voire inférieur, et le rayon de la portion annulaire 10C d'environ 14 mm, voire inférieur.

Afin de s'adapter à la forme de la chambre postérieure de l'œil, les bras 13 sont inclinés postérieurement d'un angle  $\alpha$  sensiblement égal à  $10^\circ$ , jusqu'à la couronne périphérique 14 de la partie haptique de l'implant 10.

Ainsi, l'implant 10 épouse au mieux la forme de la chambre postérieure de l'œil, sans la modifier, c'est-à-dire sans frotter sur l'iris 3 en avant, ni pousser le cristallin 2 en arrière.

En pratique, la zone optique 11 du corps 8 de l'implant peut avoir un diamètre égal à 4 mm dans le cas d'une correction myopique. Pour une correction hypermétropique, la zone optique 11 a un diamètre égal à celui du corps 8 et l'anneau sur le corps est optique et non haptique.

Le corps 8 a un diamètre sensiblement égal à 6 millimètres.

Enfin, la couronne périphérique 14 présente un diamètre hors tout sensiblement égal à 12 mm afin de venir en appui dans le sulcus ciliaire.

Un mode de réalisation conforme à un autre aspect de l'invention va maintenant être décrit en référence aux figures 4 à 6, 7 et 8, 9 et 11. A la différence du mode de réalisation des figures 1 à 3, la couronne périphérique 24 n'est pas en appui dans le sulcus ciliaire mais est maintenue en position sur la face antérieure du cristallin par complémentarité de forme entre la surface postérieure de l'implant qui épouse étroitement la face antérieure du cristallin (et éventuellement par le contact avec la surface postérieure de l'iris), à la manière d'une lentille de contact placée entre la cornée et la paupière.



Comme illustré aux figures 6, 8 et 10, un implant intraoculaire 20, 30, 40 est également adapté à être implanté entre la face antérieure du cristallin 2 et l'iris 3, dans un œil phaque 1. Il comporte une partie optique 6' et une partie haptique 7', son corps central 8', est entouré d'une structure de support 9'.

Sur le corps central 8' est également formée une zone optique centrale 21, laquelle peut être identique au corps central 6 décrit précédemment, adaptée à corriger la myopie, tel qu'illustré dans les figures 1 à 4.

On notera bien entendu que cette partie optique, par la géométrie de sa surface antérieure est adaptée à corriger toute autre amétropie d'un œil phaque, et notamment l'hypermétropie, tel qu'illustré sur les figures 7 et 8.

Dans ce cas, la partie optique 6' est constituée par une lentille ménisquée convergente, telle que couramment utilisée pour corriger certaines hypermétropies.

La géométrie de la surface antérieure de la partie optique peut être adaptée à corriger la myopie de l'œil phake, tel qu'illustré sur la figure 9. Cet exemple correspond à des myopies de 0 à -12 dioptries. Dans ce cas, la partie optique 6' est constituée par une lentille ménisquée divergente. Pour les plus fortes myopies (au-delà de -12 dioptries dans le présent exemple), l'optique est biconcave, comme illustré à la figure 5.

De manière tout à fait générale, la partie optique de l'implant peut être adaptée à corriger, outre les amétropies habituelles, également la presbytie par des techniques d'implants bifocaux, voire multifocaux bien connues dans ce domaine, tout en respectant les portions de surface sphérique sur la face postérieure du corps.

Comme précédemment, la partie haptique 7' de cet implant intraoculaire 20, et 40 comporte un anneau non réfractif 22 et 42 sur le corps 8' entourant la zone optique 21, une couronne périphérique 24, 44 et des bras 23, 43 reliant l'anneau non réfractif 22, 42 du corps à la couronne périphérique 24. En revanche, dans l'implant intraoculaire 30, la partie haptique 7' comporte une couronne périphérique 34 et des bras 33 reliant le corps à la couronne périphérique 24.

De préférence, afin d'améliorer la circulation de l'humeur aqueuse, les ouvertures 25 de la partie haptique s'étendent sur un secteur angulaire total supérieur ou égal à 180°.

Dans cet exemple, la partie haptique comporte des bras radiaux 23, 33, 43 en forme de secteur angulaire délimitant deux à deux des ouvertures 25. Un des bords radiaux d'une des ouvertures peut comporter une encoche en tant que repère de la face avant de l'implant.

Ici, chaque bras radial 23, 33, 43 et chaque ouverture 25 s'étendent sur des secteurs angulaires égaux.

En outre, afin d'améliorer la souplesse de cet implant, la partie haptique comporte également des portions amincies 26, 36, 46 qui forment charnières à la jonction des bras 23, 33, 43 et de l'anneau non réfractif 22 sur le corps central 8'.

En revanche, contrairement à l'implant intraoculaire 10 conforme au premier mode de réalisation des figures 1 à 3, les dimensions hors tout de cet implant intraoculaire 20, 30, 40 sont sensiblement plus petites, de telle sorte que la couronne périphérique 24 de la partie haptique ne vient pas en appui dans le sulcus ciliaire 5 de l'œil, comme illustré aux figures 6, 8 et 10, en pratique ne déborde pas de la périphérie de la face antérieure du cristallin.

Au contraire, cet implant intraoculaire précristallinien 20, 30, 40 est simplement maintenu entre la face antérieure du cristallin et le contact inévitable avec le rideau irien, s'agissant d'une partie optique biconcave (Fig. 6), ou ménisquée convergente (Fig 8) ou ménisquée divergente (Fig 10).

Afin de rester centré dans cette chambre postérieure 5, l'implant intraoculaire précristallinien est adapté à adhérer spontanément sur la face antérieure du cristallin 2 au repos et ce en raison de l'étroite complémentarité de la surface postérieure avec la face antérieure du cristallin.

A cet effet, la face postérieure 20A, 30A, 40A de l'implant 20, 30, 40 comporte trois portions de surface concentriques 21A, 22A, 23A, 31A, 32A, 33A, 41A, 42A, 43A dont les rayons de courbure sont sensiblement égaux à la courbure de la face antérieure correspondante du cristallin 2 au repos.

Les deux premières portions 21A, 22A, 31A, 32A, 41A et 42A de surface concentriques correspondent, comme précédemment, à la zone optique centrale 21, 31, 41 et à l'anneau 22, 32, 42 de l'implant 20, 30, 40.

La troisième portion 23A, 33A, 43A de surface concentrique  
5 correspond quant à elle aux bras 23, 33, 43 et à la couronne périphérique 24 de la partie haptique de l'implant intraoculaire 20, 30, 40.

Ce triple rayon de courbure de la face postérieure 20A, 30A, 40A de l'implant 20, 30, 40 permet à cet implant d'épouser étroitement la face antérieure du cristallin 2 au repos.

10 La présence de ce troisième rayon de courbure (R3) sur la face postérieure 20A 30A, 40A de l'implant 20, 30, 40 permet de se passer d'une couronne périphérique haptique venant en appui dans le sulcus ciliaire 5.

Dans un mode de réalisation pratique, donné ici à titre d'exemple non limitatif, la zone optique centrale 21, 31, 41 a un diamètre sensiblement égal  
15 à 4 mm, le rayon de courbure de sa face postérieure de la première portion 21A, 31A, 41A de la surface sphérique étant entre 8 et 10,5 mm et de préférence égal à 9,5 mm.

L'anneau 22, 32, 42 présente un diamètre sensiblement égal à 6 mm, le rayon de courbure de sa face postérieure étant entre 12 et 14 mm et de  
20 préférence sensiblement égal à 13 mm.

Enfin, les bras radiaux 23, 33, 43 au nombre de six dans cet exemple, ainsi que la couronne périphérique 24 sont inscrits dans un cercle de diamètre d'au moins 10 mm, et de préférence 11 mm. Cette dimension doit être inférieure ou égale au diamètre de la face antérieure du cristallin. Le  
25 rayon de courbure de la face antérieure et postérieure de cette portion de l'implant, constituées des bras radiaux 23, 33, 43 et de la couronne périphérique 24 est entre 17 et 25 mm et de préférence sensiblement égal à 17 mm.

Comme précédemment, on constate que les rayons R1, R2, R3 de  
30 courbure de la face postérieure (voir Figure 11) de chacun des implants 20, 30, 40 va en augmentant du centre vers la périphérie de l'implant, afin de s'adapter au mieux à la topographie de la chambre postérieure définie par la

face antérieure du cristallin 2, en arrière, et de la face postérieure de l'iris en avant.

Dans les trois cas, cet implant se loge au mieux dans la forme de la chambre postérieure 4 sans la modifier, c'est-à-dire sans frotter sur l'iris en avant, ni pousser sur le cristallin en arrière, et ce avec un encombrement minimum.

Il est en outre important de choisir un matériau suffisamment souple, d'hydrophilie maximale avec un indice de réfraction élevé pour pouvoir être introduit par une incision très courte avec un traumatisme opératoire minimal.

Il va de soi que le matériau doit en outre être stable dans le temps, non irritant et bien entendu non cataractogène.

Afin que la présence de l'implant perturbe le moins possible le cristallin, ce dernier doit présenter une épaisseur minimale proche de 30  $\mu\text{m}$  au centre pour l'implant destiné à la correction de la myopie et 30  $\mu\text{m}$  au bord du corps pour l'implant destiné à la correction de l'hypermétropie.

En outre, il doit présenter une surface la plus lisse possible, grâce à un polissage atteignant 2 à 3 nm pour éviter la dispersion pigmentaire à long terme par frottement contre la face postérieure de l'iris.

En particulier, les zones métaboliquement actives étant uniquement la face antérieure du cristallin, où existent des cellules épithéliales, et particulièrement l'équateur du cristallin, où il existe une multiplication cellulaire et où se produit la synthèse des fibres cristalliniennes constituant la lentille, il suffit de respecter l'équateur du cristallin et d'éviter les traumatismes sur la face antérieure du cristallin et la face postérieure de l'iris.

En outre, le métabolisme énergétique du cristallin est diversifié, et notamment, ne fait que peu intervenir l'apport en oxygène provenant de l'humeur aqueuse.

Il n'y donc pas de risque que le contact entre l'implant et la face antérieure du cristallin puisse s'avérer cataractogène, surtout en tenant compte de l'extrême finesse de cet implant et de son caractère hydrophile.

En outre, malgré le contact étroit obtenu entre l'implant et la face antérieure du cristallin au repos, une circulation d'humeur aqueuse entre ces deux surfaces reste possible, du fait des mouvements antéro-postérieures

du centre du cristallin lors de l'accommodation qui produit une aspiration  
l'humeur aqueuse.

On obtient ainsi grâce à l'invention, un implant intraoculaire  
précristallinien qui permet de respecter au mieux l'anatomie et la physiologie  
5 de la chambre postérieure de l'œil.

Bien entendu, de nombreuses modifications pourraient être apportées  
aux exemples de réalisation décrits ci-dessus sans sortir du cadre de  
l'invention. En particulier, l'implant intraoculaire précristallinien selon  
l'invention peut être multifocal pour la correction de la presbytie. Dans ce  
10 cas, à titre d'exemple, la face antérieure de l'implant pourrait comporter,  
selon une technique connue, une zone optique centrale et une pluralité de  
zones optiques annulaires concentriques, de rayon de courbure approprié.

Ainsi, la largeur des bras de la partie haptique pourrait ne pas être  
constante, mais au contraire différente d'un bras à l'autre. Il en est de même  
15 pour l'haptique en général.

## REVENDICATIONS

1. Implant intraoculaire précristallinien adapté à être implanté entre la face antérieure du cristallin (2) et l'iris, du type comprenant une partie optique (6') et une partie haptique (7'), la partie optique étant formée sur un corps central (8'), caractérisé en ce que la face postérieure du corps comporte une  
5 première portion sphérique centrale (21A, 31A, 41A) d'un premier rayon (R1) et une deuxième portion de surface sphérique annulaire (22A, 32A, 42A) d'un second rayon (R2) plus grand que le premier rayon et une troisième portion sphérique concentrique entourant la deuxième portion d'un troisième rayon (R3) plus grand que le deuxième rayon (R2).
- 10 2. Implant intraoculaire précristallinien selon la revendication 1, caractérisé en ce que les rayons de courbure (R1, R2, R3) desdites portions de surface sont sensiblement égaux aux rayons de courbure correspondants de la face antérieure du cristallin (2) au repos.
3. Implant intraoculaire précristallinien selon la revendication 1 ou 2,  
15 caractérisé en ce que l'ensemble du corps (8') constitue la partie optique (6') du type monofocal, et que la face antérieure du corps comporte une surface centrale sphérique d'un premier rayon et une surface annulaire d'un second rayon.
4. Implant intraoculaire précristallinien selon la revendication 1 ou 2,  
20 caractérisé en ce que la partie optique (6') comprend seulement une zone centrale (21, 41) du corps, le corps ayant une couronne haptique (22, 42) entourant la partie optique.
5. Implant intraoculaire précristallinien selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la partie haptique (7') comporte une couronne  
25 périphérique (24) et des bras (23, 33, 43) reliant le bord périphérique du corps (8') et la couronne périphérique (24).
6. Implant intraoculaire précristallinien selon la revendication 5, caractérisé en ce que la partie haptique (7') comporte des ouvertures (25) de grande dimension, délimitées par une paire de bras (23, 33, 43), le bord  
30 périphérique du corps (8') et la couronne périphérique (24).

7. Implant intraoculaire précristallinien selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que la partie haptique (7') comporte des ouvertures (25) s'étendant sur un secteur angulaire total supérieur ou égal à 180°.

8. Implant intraoculaire précristallinien selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que la partie haptique (7') comporte au moins quatre bras radiaux (23, 33, 43) de même largeur.

9. Implant intraoculaire précristallinien selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que la partie haptique (7') comporte des bras radiaux (23, 33, 43) en forme de secteur angulaire délimitant des ouvertures (35).

10 10 Implant intraoculaire précristallinien selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la face postérieure de l'implant (21A, 31A, 41A) est étroitement complémentaire à la face antérieure du cristallin (2) au repos, de sorte qu'il est apte à adhérer spontanément à la face antérieure du cristallin.

15 11. Implant intraoculaire précristallinien selon la revendication 10, caractérisé en ce que la troisième portion de surface sphérique concentrique correspondant aux bras (23, 33, 43) et à la couronne périphérique (24) ayant un rayon de courbure (R3) sensiblement égal au rayon de courbure au niveau de la région équatoriale de la face antérieure du cristallin (2) au repos, le diamètre de la couronne périphérique (24) étant adapté au diamètre cristallinien.

25 12. Implant intraoculaire précristallinien adapté à être implanté entre la face antérieure du cristallin (2) et l'iris, du type comprenant une partie optique (6) et une partie haptique (7), la partie optique étant formée sur un corps central (8), la face postérieure du corps comportant une portion sphérique centrale (10B) d'un premier rayon (R1) et une portion de surface annulaire sphérique (10C) d'un second rayon (R2) plus grand que le premier rayon, caractérisé en ce que la périphérie de la partie haptique est adaptée à venir en appui dans le sulcus ciliaire (5).

30 13. Implant intraoculaire précristallinien selon la revendication 12, caractérisé en ce que les rayons de courbure (R1, R2) desdites portions de surface sont sensiblement égaux aux rayons de courbure correspondants de la face antérieure du cristallin (2) au repos.

14. Implant intraoculaire précristallinien selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que la partie optique (6) comprend seulement une zone centrale (11) du corps, le corps ayant une couronne haptique (12) entourant la partie optique.

5 15. Implant intraoculaire précristallinien selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que la partie haptique (7) comporte une couronne périphérique (14) et des bras (13) reliant le bord périphérique du corps (8') et la couronne périphérique (14).

10 16. Implant intraoculaire précristallinien selon la revendication 15, caractérisé en ce que la partie haptique (7) comporte des ouvertures (15) de grande dimension, délimitées par une paire de bras (13), le bord périphérique du corps (8) et la couronne périphérique (14).

15 17. Implant intraoculaire précristallinien selon la revendication 15 ou 16, caractérisé en ce que la partie haptique (7) comporte des ouvertures (15) s'étendant sur un secteur angulaire total supérieur ou égal à 180°.

18. Implant intraoculaire précristallinien selon l'une des revendications 15 à 17, caractérisé en ce que la partie haptique (7) comporte au moins quatre bras radiaux (13) de même largeur.

20 19. Implant intraoculaire précristallinien selon l'une des revendications 15 à 18, caractérisé en ce que la partie haptique (7) comporte des bras radiaux (13) en forme de secteur angulaire délimitant des ouvertures (25).

25 20. Implant intraoculaire précristallinien selon l'une des revendications 12 à 19, caractérisé en ce que la face postérieure de l'implant (10A) est étroitement complémentaire à la face antérieure du cristallin (2) au repos, de sorte qu'il est apte à adhérer spontanément à la face antérieure du cristallin.

21. Implant intraoculaire précristallinien selon l'une des revendications 15 à 20, caractérisé en ce que lesdits bras (13) sont inclinés sensiblement de 10° postérieurement jusqu'à la couronne périphérique (14).



1/2

FIG. 1

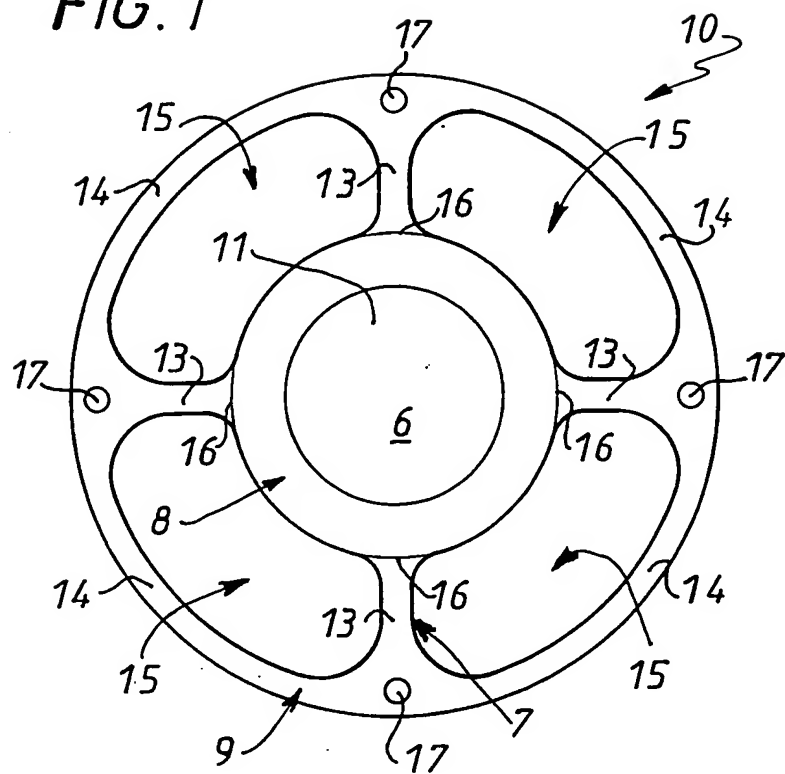


FIG. 2

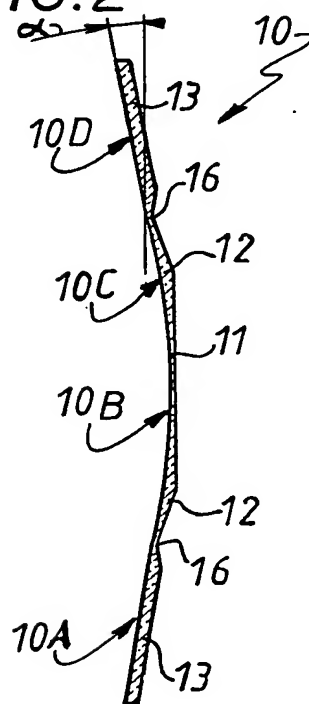


FIG. 3

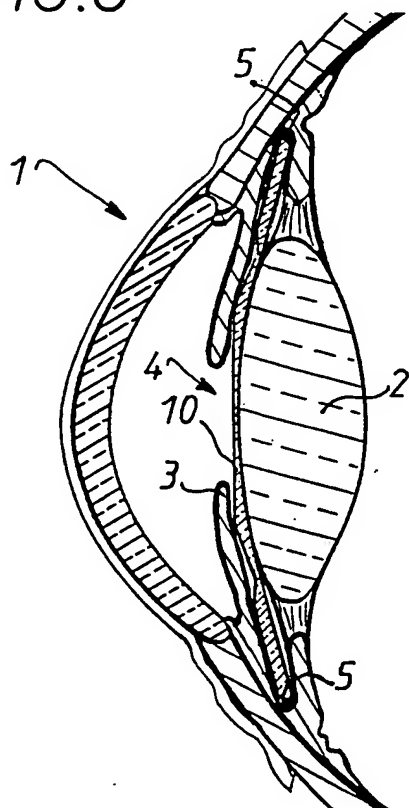
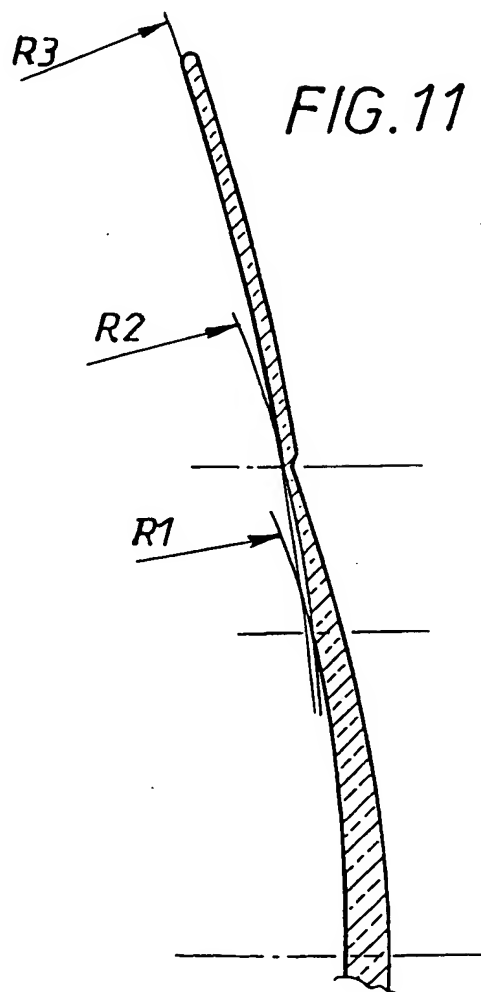
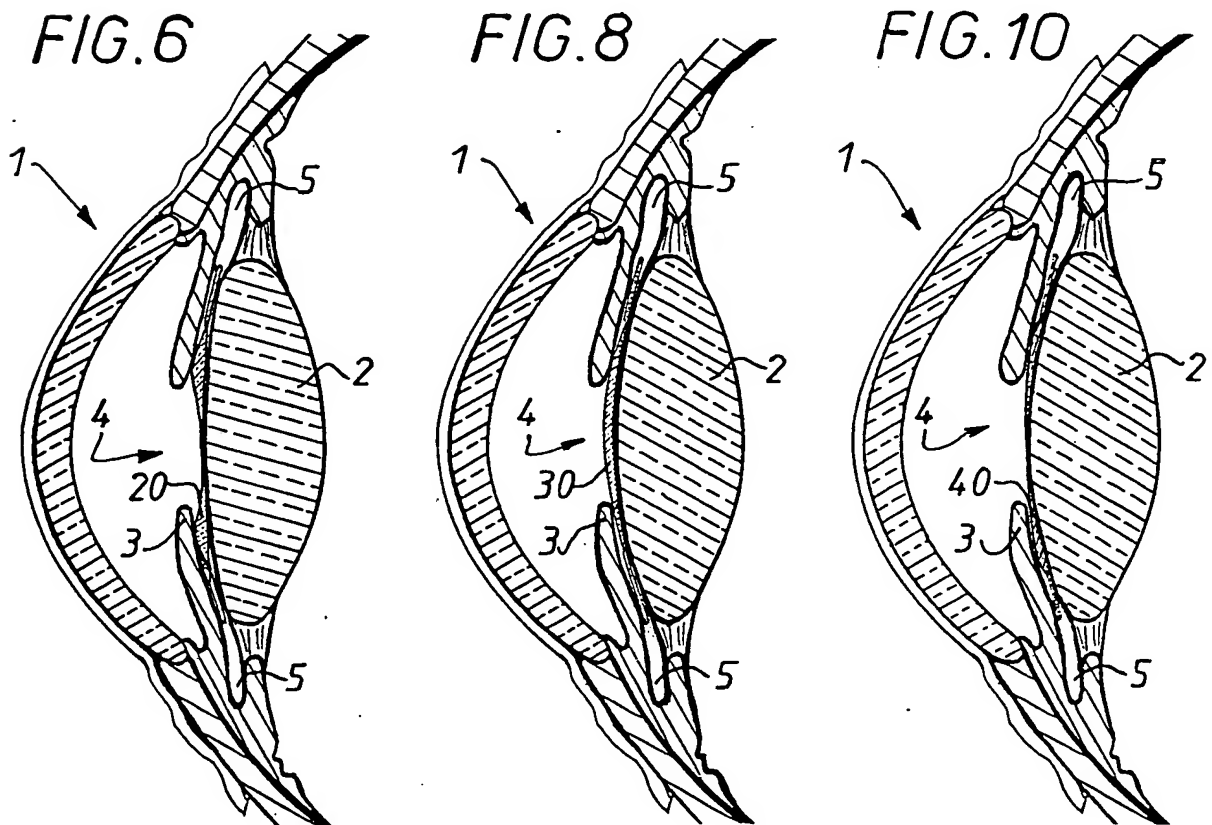
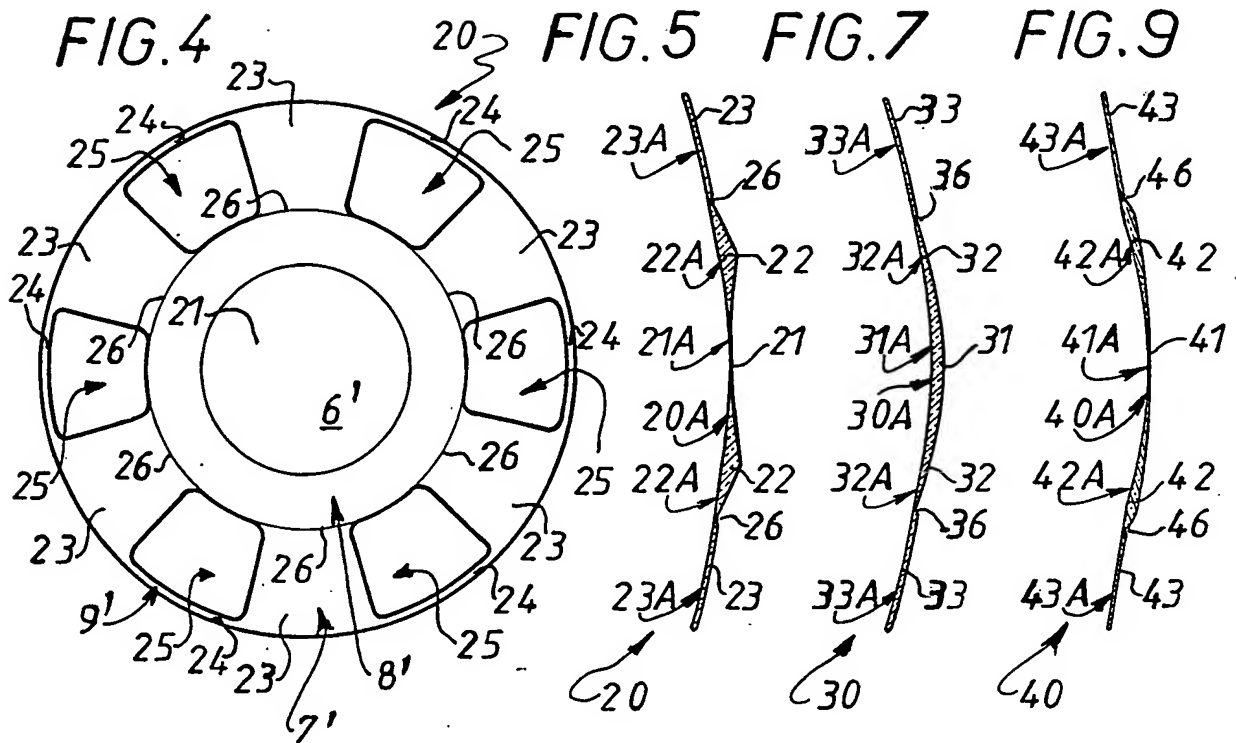


FIG. 11



2/2



**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 A61F2/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98 17205 A (INTERNATIONAL VISION) 30 April 1998 (1998-04-30)	1-4
Y	page 9, line 20 - line 22; figure 1G	5-7, 9-12, 14-17, 19,20
Y	EP 0 592 813 A (HOYA CORPORATION) 20 April 1994 (1994-04-20)	5-7, 9-12, 14-17, 19,20
A	figures 1A,6 DE 42 11 265 C (ADATOMED) 29 July 1993 (1993-07-29) column 3, line 1 - line 11; figures column 4, line 62 - line 64 -/--	1-4,11, 20,21



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 January 2001

Date of mailing of the international search report

02/02/2001

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wolf, C

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97 30657 A (W:K: ET ASSOCIÉS) 28 August 1997 (1997-08-28) -----	
A	US 5 913 898 A (V. FEINGOLD) 22 June 1999 (1999-06-22) abstract; figures 4,17 column 5, line 3 - line 7 column 4, line 47 - line 50 -----	1-4, 12-14
A	US 4 769 035 A (C.D. KELMAN) 6 September 1988 (1988-09-06) column 3, line 12 - line 15; figures column 3, line 32 - line 40 -----	1,11,20, 21
A	GB 2 153 688 A (T.R. MAZZOCCO) 29 August 1985 (1985-08-29)  page 5, line 17 - line 22; figures 19,20,60 -----	1,2,5-8, 12,13, 15-18

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9817205	A	30-04-1998	AU 4998697 A BR 9712375 A EP 0934038 A US 6015435 A	15-05-1998 25-01-2000 11-08-1999 18-01-2000
EP 592813	A	20-04-1994	CN 1087505 A KR 133920 Y	08-06-1994 20-03-1999
DE 4211265	C	29-07-1993	AT 146667 T CA 2093097 A DE 59304849 D EP 0563602 A ES 2098572 T JP 6277242 A	15-01-1997 04-10-1993 06-02-1997 06-10-1993 01-05-1997 04-10-1994
WO 9730657	A	28-08-1997	FR 2744908 A CA 2246764 A EP 0886504 A JP 2000504612 T US 6110202 A	22-08-1997 28-08-1997 30-12-1998 18-04-2000 29-08-2000
US 5913898	A	22-06-1999	AU 3735195 A AU 5604299 A CA 2201936 A EP 0785759 A JP 10507110 T NZ 294525 A WO 9610968 A US 6106553 A	02-05-1996 23-12-1999 18-04-1996 30-07-1997 14-07-1998 29-09-1999 18-04-1996 22-08-2000
US 4769035	A	06-09-1988	CA 1323957 A DE 3882594 A DE 3882594 T EP 0294039 A JP 1080359 A JP 2851047 B	09-11-1993 02-09-1993 09-12-1993 07-12-1988 27-03-1989 27-01-1999
GB 2153688	A	29-08-1985	US 4573998 A AU 566203 B AU 1099583 A CA 1275351 A CA 1295526 A DE 3303803 A DE 3348066 C FR 2521002 A FR 2604896 A GB 2114315 A, B IT 1167161 B JP 1907631 C JP 5058748 B JP 58146346 A JP 1954201 C JP 4212350 A JP 5083253 B JP 2554844 B JP 7144001 A JP 7144002 A JP 7144003 A	04-03-1986 15-10-1987 11-08-1983 23-10-1990 11-02-1992 18-08-1983 02-11-1989 12-08-1983 15-04-1988 17-08-1983 13-05-1987 24-02-1995 27-08-1993 31-08-1983 28-07-1995 03-08-1992 25-11-1993 20-11-1996 06-06-1995 06-06-1995 06-06-1995

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2153688 A		JP 2576045 B	29-01-1997
		JP 7163601 A	27-06-1995
		JP 2554845 B	20-11-1996
		JP 7163602 A	27-06-1995
		JP 2672782 B	05-11-1997
		JP 7163603 A	27-06-1995
		JP 2554846 B	20-11-1996
		JP 7163604 A	27-06-1995
		US 5776191 A	07-07-1998
		US 4423809 A	03-01-1984
		US 4702244 A	27-10-1987
<hr/>			

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
**CIB 7 A61F2/16**

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

**CIB 7 A61F**

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 98 17205 A (INTERNATIONAL VISION) 30 avril 1998 (1998-04-30)	1-4
Y	page 9, ligne 20 - ligne 22; figure 1G	5-7, 9-12, 14-17, 19,20
Y	EP 0 592 813 A (HOYA CORPORATION) 20 avril 1994 (1994-04-20)	5-7, 9-12, 14-17, 19,20
A	DE 42 11 265 C (ADATOMED) 29 juillet 1993 (1993-07-29) colonne 3, ligne 1 - ligne 11; figures colonne 4, ligne 62 - ligne 64	1-4, 11, 20,21
	--- -/--	



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*G\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

26 janvier 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

02/02/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Wolf, C

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 97 30657 A (W:K: ET ASSOCIÉS) 28 août 1997 (1997-08-28) ---	
A	US 5 913 898 A (V. FEINGOLD) 22 juin 1999 (1999-06-22) abrégé; figures 4,17 colonne 5, ligne 3 - ligne 7 colonne 4, ligne 47 - ligne 50 ---	1-4, 12-14
A	US 4 769 035 A (C.D. KELMAN) 6 septembre 1988 (1988-09-06) colonne 3, ligne 12 - ligne 15; figures colonne 3, ligne 32 - ligne 40 ---	1,11,20, 21
A	GB 2 153 688 A (T.R. MAZZOCCO) 29 août 1985 (1985-08-29)  page 5, ligne 17 - ligne 22; figures 19,20,60 -----	1,2,5-8, 12,13, 15-18



Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9817205	A	30-04-1998	AU 4998697 A BR 9712375 A EP 0934038 A US 6015435 A	15-05-1998 25-01-2000 11-08-1999 18-01-2000
EP 592813	A	20-04-1994	CN 1087505 A KR 133920 Y	08-06-1994 20-03-1999
DE 4211265	C	29-07-1993	AT 146667 T CA 2093097 A DE 59304849 D EP 0563602 A ES 2098572 T JP 6277242 A	15-01-1997 04-10-1993 06-02-1997 06-10-1993 01-05-1997 04-10-1994
WO 9730657	A	28-08-1997	FR 2744908 A CA 2246764 A EP 0886504 A JP 2000504612 T US 6110202 A	22-08-1997 28-08-1997 30-12-1998 18-04-2000 29-08-2000
US 5913898	A	22-06-1999	AU 3735195 A AU 5604299 A CA 2201936 A EP 0785759 A JP 10507110 T NZ 294525 A WO 9610968 A US 6106553 A	02-05-1996 23-12-1999 18-04-1996 30-07-1997 14-07-1998 29-09-1999 18-04-1996 22-08-2000
US 4769035	A	06-09-1988	CA 1323957 A DE 3882594 A DE 3882594 T EP 0294039 A JP 1080359 A JP 2851047 B	09-11-1993 02-09-1993 09-12-1993 07-12-1988 27-03-1989 27-01-1999
GB 2153688	A	29-08-1985	US 4573998 A AU 566203 B AU 1099583 A CA 1275351 A CA 1295526 A DE 3303803 A DE 3348066 C FR 2521002 A FR 2604896 A GB 2114315 A, B IT 1167161 B JP 1907631 C JP 5058748 B JP 58146346 A JP 1954201 C JP 4212350 A JP 5083253 B JP 2554844 B JP 7144001 A JP 7144002 A JP 7144003 A	04-03-1986 15-10-1987 11-08-1983 23-10-1990 11-02-1992 18-08-1983 02-11-1989 12-08-1983 15-04-1988 17-08-1983 13-05-1987 24-02-1995 27-08-1993 31-08-1983 28-07-1995 03-08-1992 25-11-1993 20-11-1996 06-06-1995 06-06-1995 06-06-1995

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2153688 A		JP 2576045 B	29-01-1997
		JP 7163601 A	27-06-1995
		JP 2554845 B	20-11-1996
		JP 7163602 A	27-06-1995
		JP 2672782 B	05-11-1997
		JP 7163603 A	27-06-1995
		JP 2554846 B	20-11-1996
		JP 7163604 A	27-06-1995
		US 5776191 A	07-07-1998
		US 4423809 A	03-01-1984
		US 4702244 A	27-10-1987

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**